Aus der Klinik für Zahn- u. Mundkrankheiten der Universität Rostock
(Direktor: Prof. Dr. Max Reinmöller)
(Vorstand der prothetischen Abteilung: Prof. Dr. Schlampp)

Vergleichende Untersuchungen über Korrosion und Farbbeständigkeit sog. Weißmetalle in Testreagentien und in Kontakt mit anderen Metallen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde

der Medizinischen Fakultät

der

Universität Rostock

vorgelegt von

Dr. phil. Karl Georg Beeg

aus Dresden

1935

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Zusammenhänge zwischen Devisenlage und volkswirtschaftlich bedingten Einschränkungen bezüglich Gold- und Rohstoffbeschaffung weisen der deutschen zahnärztlichen Prothetik zum Teil neue Wege. Der totale oder partielle Kautschukplattenersatz wird durch physiologische Erkenntnisse und durch Fortschritte der Technik zunehmend ausgeschaltet. Seine Nachteile: Beeinträchtigung der Reizleitung für thermische Unterschiede, Begünstigung der Karies am Zahnhals noch vorhandener Zähne infolge erschwerter Selbstreinigung des Kautschukplattenersatzes, Einengung des Gaumenraumes, die Abneigung des Patienten gegen Kautschukersatzstücke sowie deren Reparaturanfälligkeit entwickelten den tragenden Werkstoff für Zahnersatz in der Richtung vielgestaltiger Anwendung von Metallen. In ihren konstruktiv wichtigen Teilen wurden Metallprothesen aus vorwiegend physiologischen Gründen als „sklettierte" oder „Bügel"-Prothese ausgebildet. Wenn Gesundheitszustand und Verteilung der Zähne bei gegebenen statischen Momenten Zahnersatz im Sinne einer physiologischen Prothese verlangen, so wird man sich stets für Erhaltung der Zahnstümpfe durch Metallkronen und Lückenschluß durch sogen. Brücken entschließen. Und für diese Verwendung bieten heute die brauchbaren Metalle und Legierungen innerhalb großer Preisspannen bis zur gegossenen V2A-Stahlbrücke einen weiten Anwendungsbereich.

All diese Zusammenhänge lassen gerade in letzter Zeit diese sogen. Weißmetalle deutscher Herstellung auf der Basis Zinn + Silber, Zinn + Antimon mit härtenden Zusätzen wie Platin u. a. in den Vordergrund treten. Ihre Unschädlichkeit steht außer Bedenken im Gegensatz zu anderen Ersatzmetallen wie Randolf, Kosmos, Acolite u. a. mit ihrem Gehalt an Kupfer und Zink sowie Spuren von Blei; die weiteren Vorzüge der Weißmetalllegierungen sind: Geringer Preis, niedriges spezifisches Gewicht, Kantenfestigkeit, Farbbeständigkeit und hohe Polierfähigkeit. Neueste Arbeitsvorschläge rühmen ihren

zum Teil sehr niedrigen Schmelzpunkt, der es gestattet, das Metall bei Brücken- und partiellem Prothesenersatz unter wesentlicher Arbeitsvereinfachung direkt an die Porzellanzähne zu gießen. Das Fehlen störender Gußkontraktionen gestattet einfache und sparsame Verarbeitung, und der mechanisch feste Gußanschluß an V2A-Stahlbügel ermöglicht stabile prothetische Kombinationen mit für die Mundschleimhaut angenehm empfundenem geringstem Flächenkontakt sowie Berücksichtigung statischer Momente. Für eine Verwendung zu totalen Gebißplatten bleiben freilich die teureren Werkstoffe V2A-Stahl sowie die Spezial-Goldlegierungen vorläufig unübertroffen.

Eine systematische vergleichsweise Untersuchung handelsüblicher Weißmetalle deutscher Herkunft sollte dazu beitragen, manche Unsicherheit bezüglich deren Verwendung zu beseitigen. Ihre fabrikmäßige Herstellung erfolgt heute im Zeichen wesentlich fortgeschrittener chemisch-technologischer Auffassung über Metallkompositionen; sie sind erwiesenermaßen wesentlich teureren Ersatzmetallen ausländischer Herkunft im Gebrauch überlegen und letztere ihrem Gehalt entsprechend viel zu teuer.
Meine Aufgabe war es, einige in Frage kommende Metallkompositionen

1. Würzburger Weißmetall,
2. Deufa-Metall,
3. Checo-Legierung Nr. 47,

in 6 Versuchsreihen zu beurteilen auf ihr Verhalten in folgenden Elektrolyten:

1. 1%ige Milchsäure,
2. 1%ige Milchsäure + 0,25% NaCl,
3. künstlichem Speichel,
4. Na_2S + Säure-Zusatz,
5. Milchsäure — NaCl-Lösung bei Kontakt mit Gold,
6. Milchsäure — NaCl-Lösung bei Kontakt mit Goldamalgam.

Die von Schoenbeck eingeführten

Testreagentien

haben sich bisher bei allen vorausgegangenen Untersuchungen voll bewährt; sie entsprechen sowohl annähernd den natürlich vorkommenden Salzen und Gasen als auch den Gärungs- und Zersetzungsprodukten im Munde.

Der in beiden letzten Versuchsreihen vorgesehene Kontakt der Legierungen mit Gold bzw. Goldamalgam sollte sinngemäß die im Munde häufig anzutreffende Gegenwart verschiedener Metalle und deren elektrolytisch beeinflußte Korrosion dartun. Zur Verwendung gelangte 20-karätiges Gold in Blechstreifen sowie ein gutes Marken-„Gold"-Amalgam in Streifenform gestopft von gleicher Fläche wie das angewandte Gold.

Die chemische Löslichkeit bzw. Korrosion wurde in den sechs genannten Testreagentien 40 Tage lang im Wärmschrank bei 37° C untersucht und anschließend mit der Analysenwaage als Korrosionsverlust auf zehntel Milligramm genau ermittelt. Von jeder Legierung wurden sechs große runde Platten von doppelter Blauwachsplattenstärke (0,8 mm) gegossen, hochglanzpoliert und den Testreagentien unter genannten Bedingungen ausgesetzt; dieses Verfahren ergab 18 einzelne Vergleichsuntersuchungen.

Bezüglich der Vorbereitung der Vergleichsuntersuchungen waren für gewisse Arbeitsgänge genaue Forderungen einzuhalten. Sämtliche runden Scheiben wurden mit dem zugeschärften Rand des Oberteils einer der handelsüblichen Blechschachteln für Vaseline von rund 4,5 cm lichtem Durchmesser aus doppelter Blauwachsplattenstärke ausgestanzt, entfettet, eingebettet, gegossen, auf genaue Rundung und Größe geprüft, hochglanzpoliert, mit Wasser abgebürstet, mit destilliertem Wasser gespült, in Aether und absolutem Alkohol entfettet und getrocknet. Auf der Analysenwaage wurden dann die Platten auf vier Dezimalen genau gewogen und unmittelbar der Korrosionsflüssigkeit ausgesetzt. Die Platten lagen schräg in Bechergläsern, mit einem unteren Randteil punktförmig den Boden des Becherglases berührend und mit ihrem aufgerichteten Randteil punktförmig auf einem schräg in das Becherglas eingeführten Glasstab ruhend. Diese Anordnung verbürgte den Metallplatten gesicherte Ruhelage bei geringstmöglicher Ausschaltung von Einwirkungsfläche für den chemischen Angriff der Lösungen. Die Schrägstellung der Platten in den Elektrolyten gestattete ferner im Gegensatz zu einer waagerechten Anordnung von vornherein zwangloses Entweichen der etwa auf der Unterseite fixierten Luft- oder entstehenden Gasbläschen. Die Berührungsfläche der Metalle mit den auf der Unterseite evtl. festgehaltenen Gasblasen würde so der Korrosion bei waagerechter Lage während der Dauer der Versuche entzogen gewesen sein.

Die einzelnen Bechergläser wurden im Brutschrank gut abgedeckt, um eine wechselseitige Einwirkung entstehender gasförmiger Bestandteile nach Möglichkeit auszuschließen. Die Versuchsreihe unter Nummer 4, bei welcher die Metalle naszierendem Schwefelwasserstoff ausgesetzt waren, wurden völlig von den anderen Versuchen getrennt. Vorversuche im Brutschrank ergaben nämlich, daß der naszierende Schwefelwasser-

stoff trotz Abdeckung auf die in den benachbarten Gläsern in anderen Testreagentien liegenden Metallplatten recht bald einwirkte und dunkle Anlauffarben hervorrief; auch überzogen sich die Oberflächen der anderen Testreagentien sehr bald mit deutlich sulfidischem Oberhäutchen.

Ferner wurde nicht nur das Testreagens unter Nummer 4 wegen der Flüchtigkeit des Schwefelwasserstoffs täglich erneuert, sondern auch sämtliche übrigen, und zwar alle zwei Tage. Die Untersuchungsmethoden anderer Autoren schreiben den Ersatz der übrigen Reagentien nicht vor. Und doch ist auf der Hand liegend, daß, je länger die Metallprobe dem Elektrolyten ausgesetzt ist, um so mehr Metallkomponenten in Lösung gehen. Als Folge muß sich allmählich im Elektrolyten ein chemischer Gleichgewichtszustand einstellen, der die korrodierende Wirksamkeit des Elektrolyten zunehmend hemmt und den Gewichtsverlust der Legierung immer geringer werden läßt.

Es fiel ferner auf, daß sich schon nach wenigen Tagen zum Teil ein eben wahrnehmbarer feinflockiger oder auch glatter, am blanken Metall haftender Niederschlag bildete. Dieser wurde alle zwei Tage mit weichem Leder mechanisch abgerieben und die Platten wieder frischer Lösung ausgesetzt. Hierzu veranlaßten mich bestimmte Erwägungen. Die nach Tausenden zählenden täglichen Kauakte des menschlichen Gebisses sowie tägliche Zahnpflege mit oder ohne Pasten schaffen gleichfalls die Freilegung metallischer Kauflächen von den sich im Munde bildenden Belägen bis auf bestimmte kleine Flächen, die sich dem Kau- und Reinigungsakt entziehen, bzw. in gingivaler Nachbarschaft besonders zu Ansätzen neigen. Die auf den Metallplatten nach längerer Einwirkungsdauer sich ablagernden Niederschläge waren in einzelnen Versuchsfällen derartig feinkörnig, ja festhaftend, daß die darunter liegende Metallfläche künftig nur noch vermindert oder überhaupt nicht mehr der weiteren Einwirkung durch die Testreagentien ausgesetzt war. Die weitere Belassung der Niederschläge auf den Platten würde zu niedrige Korrosionswerte ergeben und dem natürlichen Gebrauch bzw. elektrolytischen Angriff der Ersatzmetalle im Munde kaum annähernd entsprochen haben. Besonders glatt und fest haftend waren die sulfidischen Niederschläge der Versuchsreihe 4 mit naszierendem Schwefelwasserstoff auf den Metallplatten, und zwar schon nach wenigen Tagen. Dieser Befund glatten, oberflächlich festhaftenden Schwefelsilbers bei den silberhaltigen Ersatzmetallen entspricht ja auch ganz der chemischen Zusammensetzung und email-ähnlichen Verarbeitung des Tulasilbers.

Vorversuche ergaben ferner ganz auffällig, daß für jedes Metall die seitens der Herstellerfirma beigegebenen Gußvorschriften genau einzuhalten sind. Ueberschreitungen der Vorwärm-, Guß- und Kühltemperatur lieferten von vornherein verfärbtes, ja poröses Material. Anschliffe zeigten unter dem Mikroskop ganz wesentliche Verschiedenheiten bezüglich eines homogen-kristallinen Metallgefüges, das nach den Unter-

suchungen Schoenbecks und Wannenmachers auch nach dem Guß erhalten bleiben muß.

Nach Abschluß der Versuche wurden die Metalle den Elektrolyten entnommen, mit weicher Bürste und Wasser abgebürstet, mit destilliertem Wasser abgespült, in Alkohol getaucht, getrocknet und zurückgewogen.

Einwände gegen Testreagentien und deren Widerlegung

Den schon lange bewährten Untersuchungsverfahren, prothetische Materialien gewissen Testreagentien auszusetzen, um daraus Schlüsse auf Mundbeständigkeit zu ziehen, ist bisher recht summarisch als einziger Grund entgegengehalten worden, daß man von solchen Versuchen in vitro nicht genügend zuverlässig auf die nur ähnlich gelagerten Verhältnisse im Munde schließen könne. Das trifft gewiß zu. Und besonders in einem prothetisch zu ergänzenden Lückengebiß werden die Mund- und Sekretverhältnisse an individueller Verschiedenartigkeit und Abnormität kaum zu übertreffen sein. Hinzu kommen noch die besonderen Faktoren in bezug auf Kost, Rauchen und Zahnpflege. Prothetische Materialien ausschließlich im Munde des Patienten erproben zu wollen, würde kaum einheitliche Ergebnisse zeitigen, geschweige denn eine vergleichsweise Erprobung der großen Zahl auf dem Dentalmarkt angebotener Werkstoffe unter auch nur annähernd gleichen Bedingungen gestatten. Und wie lange sollte etwa fester Ersatz im Munde sich erproben und bewähren! Seine Entfernung nach Ablauf der Probezeit wäre zwecks genauer Prüfung der Korrosion außerdem geboten. Die Verwendung einheitlicher Testreagentien geeigneter Konzentration gestattet gegenüber der Verschiedenartigkeit der Mundverhältnisse eine wirkungsvolle Korrosions- und Farbbeständigkeitsprüfung in *vergleichender* Form, wie wir entsprechende Ergebnisse im Munde höchstens nach Jahren, in vitro aber auf Tage zusammengedrängt bestätigt finden können. Nur so konnten die schleichenden, teils schweren Gesundheitsschädigungen durch Randolfmetall u. a. auf abgekürztem Wege nachgeprüft und dieses als Ersatzmetall abgelehnt werden. Metalle beispielsweise, die den verschärften Bedingungen künstlicher Korrosionsversuche bei Bluttemperatur und stärkeren Konzentrationen erfolgreich widerstehen, können nach menschlichem Ermessen auch unbedenklich den durchschnittlichen natürlichen Mundverhältnissen zugemutet werden.

Die Ungiftigkeit der Metallkomponenten Platin, Silber, Zinn und Antimon

gilt als erwiesen, ebenso deren im Munde möglichen organischen Verbindungen. Die Stellung dieser Elemente innerhalb der elektrolytischen Spannungsreihe ist bezüglich Lösungstension richtungweisend für den chemisch-technologischen Aufbau der Metallkompositionen im Sinne homogener Mischkristallbildung und deren unbedenkliche Verwendbarkeit im Munde.

Unter den bewährten handelsüblichen

Zinnlegierungen

erkennen wir zwei Gruppen: In einem Falle ist Zinn mit Silber legiert, im anderen Falle mit Antimon. Zur ersten Gruppe gehören das Würzburger Weißmetall und die Checo-Legierung, zur zweiten das Deufa-Metall. In beiden Fällen schätzt man am Zinn neben der silberweißen Farbe den niedrigen Schmelzpunkt und die damit verbundene Vereinfachung der Gußtechnik, ferner seine verhältnismäßig schlechte Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität und die Beständigkeit gegen chemische Agentien. Die einer Verwendung des Zinns im Munde entgegenstehende geringe Härte sucht man in der einen Gruppe durch Legierung mit Silber, in der anderen durch Zusatz von Antimon und auch geringe Beigabe von Platin in Richtung einer wirkungsvollen Härtesteigerung auszugleichen.

Die in der Tabelle verzeichneten

Korrosionsverluste

wurden, wie schon in der Einleitung erwähnt, an kreisförmigen Metallscheiben von rund 4,5 cm Durchmesser festgestellt; das ergibt eine Einwirkung des jeweiligen Elektrolyten auf rund 30 cm^2 Metallfläche. Die Korrosionsverluste wurden nicht, wie in anderen Veröffentlichungen, ausgedrückt in mg bezogen auf 1 cm^2 pro Tag; das gab bisher kaum verständlich kleine Zahlen. Deutlicher sprechen unter gleichzeitiger Ausschaltung aller durch klein angelegte Versuche gegebenen Meß- und Wägungsfehler großflächige Versuchsmetalle, lange Einwirkungsdauer und häufiger Wechsel der Elektrolyten, wie es der natürlichen dauernden Fortspülung und Erneuerung aller Mundsekrete entspricht. Die Korrosionsverluste wurden in g absolut angegeben.

Legierung	Zusammensetzung in %	Schmelzpunkt	Preis pro Gramm RM.	Farbe, Niederschläge und Gewichtsabnahme in Gramm nach 40 Tagen in: 1	2	3	4	5	6
				1 % Milchsäure	1 % Milchsäure + 0,25 % Na Cl	Künstl. Speichel	Na_2S + Säureansatz	Bei flächenhaftem Kontakt mit: 20 kar. Gold in Milchsäure-Na Cl-Lösung wie bei 2	Goldamalgam in Milchsäure-Na Cl-Lösung wie bei 2
I. Würzburger Weißmetall	Ag 54 Sn 46	510°	0,11	grau, glänzend, gelbl.-weißer Niederschlag, leicht abwischbar 0,2430	wie I, 1 0,2631	kaum wahrnehmbarer bräunl. Anlauf, hochglänzend, kein Niederschl. 0.0061	dunkelstahlgrau mit dunkleren Anlaufstreifen, matt, schwarzer Niederschlag 0,0132	wie I, 1, aber leicht korrod. Gold auf Kontaktfläche, silberweiß, weißer Niederschlag, leicht abwischbar 0,3347	wie I, 1 0,2013
II Deufa-Metall	Sn 76—82 Sb 18—24 Pt 0,1	310°	0,16	stahlgrau, mattglänzend Unterseit. grau-schwarz u. korrod. gelb. Niederschlag 0,2722	wie II, 1, aber stärker korrod. 0,2812	stahlgrau, mattglänzend kein Niederschlag 0,0057	dunkelstahlgrau, matt, brauner Niederschlag 0,0110	wie I, 4 0,3063	wie I, 1, aber matt und stärker korrod. 0,2117
III Checo	Ag 87—89 Sn 9—11 Pt ¾—1	860°	0,46	ähnl. wie Elfenbeingold, hochglänzend, geringer braun. Niederschlag 0,0034	wie III, 1 0,0015	wie III, 1 0,0184	dunkelgoldähnlich, glänzend, kein Niederschlag 0,0151	wie III, 1 Gold-Kontaktfläche unverändert 0,0243	stahlgrau mattglänzend (0,0117)

Da die untersuchten Legierungen entsprechend ihren rein metallurgischen Eigenschaften nicht für großflächige Plattenprothesen in Betracht kommen, so ist unschwer zu erkennen, daß Inlay-, Kronen- und kleiner Brückenersatz praktisch niemals den Mundsekreten eine Fläche bis zu 30 cm^2 darbieten wird. Also werden auch die in der Tabelle verzeichneten Korrosionsverluste stets ein Mehrfaches der im Munde jeweils vorkommenden darstellen. Die untersuchten Metallplatten wogen entsprechend ihrem spez. Gewicht etwa 7—12 g.

So gesehen, sind die der Tabelle zu entnehmenden Korrosionsverluste sowohl absolut als auch relativ außerordentlich gering, angesichts der verwendeten Konzentrationen der einzelnen Elektrolyten verglichen mit der Konzentration der Mundsekrete bedeutungslos und bezüglich ihrer spezifischen Eigenschaften in Lösung als unbedenklich anzusprechen.

Die vergleichende Abwägung der verschiedenen Korrosionsverluste sowie der Farbbeständigkeit der einzelnen Legierung liefert insgesamt betrachtet ein unvergleichlich günstigeres Ergebnis bei der

Checo - Legierung.

Das ist überzeugend begründet in dem mengenmäßigen Anteil edler Komponenten an der Legierung. Sie ist fast in jeder Prüfungsgruppe gekennzeichnet durch Erhaltung des vollen Metallglanzes und fehlender Niederschlagbildung. Nur in den Gruppen 2, 3, 4 und 6 wurden Spuren von Zinn als in Lösung gegangener Legierungsbestandteil nachgewiesen. Das Fehlen eines Korrosionsverlustes in Gruppe 6 ist nicht eindeutig zu begründen. Die stahlgraue, mattglänzende Veränderung des Checo-Metalls ließ die Deutung zu, daß es sich oberflächlich mit Teilen des Quecksilbers vom Amalgam, mit dem es in Kontakt lag, imprägniert hatte. Tatsächlich ergab ein kurzes Ausglühen des veränderten Checo-Metalls nach Abtreiben des Quecksilbers einen geringen Korrosionsverlust von 0,0117 g.

Die beiden anderen Legierungen verhalten sich gegenüber den verschiedenen Elektrolyten fast gleich; das

Deufa-Metall

liefert durchschnitlich nur um sehr geringen Betrag höhere Korrosionsverluste als das Würzburger Weißmetall. In den gebrauchten Elektrolyten der Gruppen 1, 2, 5 und 6

wurden wägbare Mengen von Zinn und zum Teil Spuren von Antimon als in Lösung gegangene Komponenten festgestellt, in den Gruppen 3 und 4 nur Spuren von Zinn. Ganz sinngemäß treffen immer Glanzverlust und visuell wahrnehmbare Korrosionserscheinungen zusammen mit vergleichsweise erhöhtem Gewichtsverlust.

W. Gröschel übermittelte in der Zahnärztlichen Rundschau 1932, Nr. 3 die Ergebnisse einiger Einzeluntersuchungen am

Würzburger Weißmetall

gegenüber dem Testreagens der Gruppen 2 und 5, hier aber in Kontakt mit *Feingold*. Er erwähnt unter dem Testreagens der Gruppe 2, daß er das Würzburger Weißmetall zwei Untersuchungen in Gestalt einer Scheibe von je etwa 500 mm^2 dem Testreagens unter gleichen Bedingungen ausgesetzt habe und einen Gewichtsverlust von 43,7 mg und 44,1 mg festgestellt hat. Die von Gröschel benutzten Scheiben aus Würzburger Weißmetall hatten nur $^1/_6$ der Oberfläche der von mir benutzten Metallscheiben. Die Korrosionswerte von Gröschel mit 6 multipliziert, ergeben die Zahlen 0,2622 g und 0,2646 g. Diese Zahlen stimmen also mit dem von mir ermittelten Korrosionsverlust von 0,2631 g innerhalb der Versuchsgrenzen genau überein.

Bei I,5 gibt Gröschel bei entsprechender Versuchsanordnung, aber mit Feingold, einen Korrosionsverlust von 59,1 mg an. Diesen sinngemäß mit 6 multipliziert, ergibt 0,3546 g. Der so erhaltene etwas höhere Korrosionsverlust erklärt sich zwanglos aus der Verwendung eines Goldes, dessen Feingehalt um 4 Karat höher lag. Dieser mußte sich im Sinne der Spannungsreihe auch durch eine größere Lösungstension der unedleren Komponenten des Würzburger Weißmetalls auswirken.

Farbbeständigkeit

Die zuverlässige Farbbeständigkeit der Checo-Legierung besonders gegenüber naszierendem Schwefelwasserstoff wurde schon erwähnt; etwas unsicher ist hier das Verhalten der beiden anderen Legierungen. Das Würzburger Weißmetall zeichnet sich gegenüber dem Deufa-Metall durch seinen hohen Silbergehalt aus, auf dessen Konto die Neigung zu etwas dunklem Verfärben mit Schwefelsilber zu setzen ist. Auch die oben schon erwähnten Spuren von Zinn im Elektrolyten bei Gruppe I,4 wür-

den allein schon einen braunen Niederschlag von Zinnsulfür erklären. Die zusätzliche Schwarzfärbung des anteilmäßig größeren Niederschlages infolge Bildung von Schwefelsilber überdeckt natürlich die Braunfärbung.

Unter II,4 verzeichnete ich bereits das Vorhandensein von Spuren von Zinn in Lösung; das erklärt die nicht eben bedeutende Bildung eines braunen Niederschlages von Zinnsulfür und eine nur geringe Dunkelfärbung des Deufa-Metalls in naszierendem Schwefelwasserstoff.

Bezüglich der Prüfung auf Farbbeständigkeit gegenüber naszierendem Schwefelwasserstoff stellen die Versuche in vitro am Deufa-Metall und noch mehr am Würzburger Weißmetall die stärkste Belastungsprobe dar, und zwar in bezug auf ihren Gehalt an Zinn, Antimon und Silber. Die Versuchsergebnisse kann man in dieser Richtung als zufriedenstellend bezeichnen. Zahlreiche Prüfungen beider Metalle auf Farbbeständigkeit am Patienten wurden in der zahnärztlichen Literatur durchweg als recht gut beschrieben. Ganz vereinzelte Fälle mit wahrnehmbarer Dunkelfärbung im Munde sind bekannt geworden, die mühelos durch leichte Politur ihr gutes Aussehen wieder erhielten, was unter Umständen in diesen seltenen Fällen durch regelmäßige Zahnpflege auch mit Pasten hätte erreicht werden können. Es muß vorläufig unentschieden bleiben, ob hier besonders begünstigende Mundverhältnisse, ungenügende Zahnpflege, oder, was mir am nächsten zu liegen scheint, unsachgemäßes Vorgehen beim Gußverfahren als eigentliche Ursache anzusprechen war. Beim Deufa-Metall sowohl wie beim Würzburger Weißmetall sind schon der Guß in die handwarme Muffel und möglichst kurze, oxydationsfreie Flammenführung beim Schmelzvorgang Voraussetzung für ein Gußstück von homogenem Gefüge und frei von Anlauffarben.

Die Möglichkeit der Intoxikation

wäre angesichts der bei den Versuchen in Lösung gegangenen Metallanteile nur bezüglich des *Quecksilbers* zu erörtern. Zinn, das in geringen wägbaren Mengen gelöst war, kann hier nicht als toxisch wirksam bezeichnet werden. Beim Deufa-Metall wurde Antimon nur spurenweise in Lösung gegangen nachgewiesen. Bei dieser Legierung ist der Mengenanteil des Antimons nur auf $^1/_5$ bemessen; die toxikologische Literatur gibt Antimon in als Gift wirksamer Verbindung mit 2—3 g tödlicher Dosis an. Unter Berücksichtigung der Legierungsanteile und spezifischen Gewichte dürfte das Antimon im Deufa-

Metall beispielsweise bei einer Brücke von 3—4 Gliedern (eine größere Ausdehnung verbieten die mechanischen Eigenschaften dieses Metalles) kaum mehr als ½ g ausmachen.

Seit den nunmehr 10 Jahre zurückliegenden Alarmnachrichten A. Stocks über die toxischen Gefahren der Amalgame im Munde ist das

Quecksilber

im Rahmen des gesamten chemischen und biologischen Stoffaustausches allmählich zur Problemstellung aufgerückt. Es steht fest, daß auch neuere tertiäre Kupferamalgame, die überwiegend Gemische, aber keine chemischen Verbindungen darstellen, unter den verschiedenen Mundverhältnissen wechselnde Mengen Quecksilber abgeben und möglicherweise dadurch überempfindliche Personen einer schleichenden Quecksilbervergiftung aussetzen. Wesentlich ist aber für alle Amalgame, auch für die besten Feilungen mit Zinn, Silber und eventl. Zusätzen von Gold oder Platin, die einwandfreie Art ihrer fabrikmäßigen Herstellung und noch wesentlicher ihre quantitative Abstimmung mit Quecksilber vor dem Einbringen in den Mund. Die elektrolytisch bedingte Quecksilberabgabe bei gleichzeitiger Gegenwart von Amalgam und anderen Metallen im Munde besteht sowohl bei Anwesenheit von Gold als auch Weißmetallen.

Stock gibt früher für empfindliche Menschen schon eine Dosis von 1/200 bis 1/10 mg Quecksilber an, um ausgesprochene subjektive Störungen einer Vergiftung auszulösen. Neuerdings ermittelt Stock durch peinlichst genaue Untersuchungen, daß Quecksilber in allen mineralischen, pflanzlichen und tierischen Stoffen, ja sogar im Leuchtgas und Regenwasser vorkommt, was wiederum in der schon länger bekannten normalen Dauerausscheidung von Quecksilber im menschlichen Harn und Stuhl zum Ausdruck kommt. Und dieser Allgegenwart des Quecksilbers in der Natur schreiben Stocks neueste Untersuchungen sogar eine bedeutsame Rolle als „katalytisches Element" für wichtige biologische Vorgänge zu!

Der Zweck meiner Untersuchungen

wäre verfehlt gewesen, wenn ich an Stelle teuerster Edelmetalle und deren Kompositionen in jedem Falle ein billigeres Ersatzmetall als ebenbürtig bezeichnen wollte. Und dennoch wissen wir, daß selbst hochkarätiges Gold

besonders in Nachbarschaft mit Zahnfleisch und an Stellen, die der Mastikation wenig ausgesetzt sind, sich Verfärbungen, ja sogar feste Beläge bilden, eine Erscheinung, die beispielsweise an dem unvergleichlich billigeren V2A-Stahl nicht oder kaum beobachtet wird. Sozialhygienisch dürfen diese Weißmetalle deutscher Herstellung als Werkstoffe gelten, die gesundheitlich ohne Bedenken verordnet werden können, kosmetisch recht zufriedenstellen, äußerst billig im Materialwert und denkbar einfach und zeitsparend in der Verarbeitung sind. Ihr volkswirtschaftlicher Wert aber dürfte gerade in der Gegenwart überzeugen.

Schriftennachweis:

Aschermann, H.: Deufa-Metall oder Silberzinn? Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 35, S. 1430—36.

— Deufa-Metall oder Silberzinn? Zahnärztl. Rdsch. 1934, Nr. 39, S. 1619. (Bemerkungen zu den Ausführungen von Dr. W. Gröschel in Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 36.)

— Zinn-Antimon-Gußlegierungen. Zahnärztl. Rdsch. 1934, Nr. 24, S. 966. (Bemerkungen zu den Ausführungen von Dipl.-Ing. H. Choulant in Zahnärztl. Rdsch. 1934, Nr. 18.)

Choulant, H.: Gußlegierungen auf der Basis Zinn-Antimon. Zahnärztl. Rdsch. 1934, Nr. 18, S. 718/24.

— Zinn-Antimon-Gußlegierungen. Zahnärztl. Rdsch. 1934, Nr. 28, S. 1113/14. (Eine Erwiderung zu den Ausführungen von Dr. H. Aschermann in Zahnärztl. Rdsch. 1934, Nr. 24.)

Eichentopf, W.: Die Verwendung des Würzburger Weißmetalls in der zahnärztlichen Prothetik. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1934, Nr. 21, S. 481/83.

Elten: Checo-Metall. Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 6, S. 249 (Fragekasten).

Geier, W.: Zur Frage der Ersatzmetalle in der zahnärztlichen Prothetik. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1934, Nr. 39, S. 914.

Gerlach, H. P.: Metallographische Studie über die Checo-Legierung. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1933, Nr. 10, S. 234/36.

Gröschel, W.: Untersuchungen über die Verwendungsmöglichkeit einer Silberzinn-Legierung zu Gußfüllungen. Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 3, S. 93/99.

— Deufa-Metall oder Silberzinn? Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 36, S. 1481/82. (Zu den Ausführungen von Dr. Aschermann in Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 35.)

— Kronen und Brücken aus Würzburger Weißmetall. Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 40, S. 1652/56.

Hartwig: Ueber die Veränderungen von Metallen im Speichel. Zahnärztl. Rdsch. 1921, S. 437/39, 466/69 und 504/8.

Hensel, M.: Beiträge zur praktischen Zahnheilkunde in der Notzeit. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1933, Nr. 11, S. 263/65.

Hirchert, H.: Erfahrungen mit Deufa-Metall. Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 47, S. 1978.

— Deufa-Metall. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1933, Nr. 49, S. 1167/68.

Höfer, H.: Ueber Checo-Legierung Nr. 47. Würzburg 1923. (Inaugural-Dissertation.)
— Checo-Metall. Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 10, S. 411 (Fragekasten).
Jung: Unechte Goldfüllungen. Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 6, S. 234/35.
— Die Grenzen der Ersatzlegierungen. Zahnärztl. Rdsch. 1933, Nr. 49, S. 2100/03.
Kraus: Verwendungsmöglichkeiten von Würzburger Weißmetall. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1933, Nr. 26, S. 621/22.
Merz, A.: Einführung in die zahnärztliche Metallographie. III Kaltverformung und Korrosion. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1934, Nr. 22, S. 497/502.
Nürck, O.: Einiges über Checo-Legierung Nr. 47. Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 22, S. 906/07.
Pauson: Ueber Matrizen für Konturfüllungen und über Silbergußfüllungen. Zahnärztl. Rdsch. 1925, S. 347/48.
Pfaff: Erfahrungen und Erfolge mit dem Checo-Metall. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1923, Nr. 17, S. 249.
Schalow, W.: Zur Frage der Goldersatz-Legierungen. Zahnärztl. Mitt. 1934, Nr. 38, S. 1537/38.
Schlungbaum: Erfahrungen bei der Verwendung der Checo-Legierung Nr. 47. Dtsch, zahnärzl. Wschr. 1923, Nr. 6, S. 83.
Schönbeck, F.: Untersuchungen über die Verwendung einer Silber-Zinn-Legierung zu Gußfüllungen. Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 5, S. 192. (Bemerkungen zu dem Aufsatz von Dr. W. Gröschel in Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 3.)
— Das Verhalten der unechten Legierungen im Munde. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1922, Nr. 25.
Schröpfer, H.: Ersatz zerstörter Kauflächen durch Gußfüllungen aus Würzburger Weißmetall. Zahnärztl. Rdsch. 1932, Nr. 14, S. 560/62.
Stock, A.: Die Verbreitung des Quecksilbers. Die Naturwissenschaften 1934, Heft 22/24.
Sterner-Rainer: Edel-Metall-Legierungen und Amalgame in der Zahnheilkunde. Berlin 1930. Verlag Meußer.
Sulzbach, G.: Deufa-Metall an Stelle von Acolite. Dent. Reform 1933, Nr. 32.
Wannenmacher, E.: Ueber die Verwendungsmöglichkeit einiger Metalle und Legierungen zur Herstellung von Zahnersatz mit besonderer Berücksichtigung ihrer Korrosion. Z. Zahnärztl. Mat.-Kunde 1925, Doppelheft 2 und 3.
— Ueber Goldersatzmetalle. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 1925, S. 344 ff.
— Grenzen der Goldeinsparung und des Goldersatzes. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1935, Nr. 10, S. 224/25.
Weyland: Die elektrolytischen Vorgänge im Munde. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1918, S. 201.
— Ueber die Beziehungen des inneren Aufbaues von Legierungen zu ihrem Verhalten gegen Elektrolyte. Dtsch. Mschr. Zahnheilk. 1919, S. 177ff.

Anmerkung: Hersteller des Würzburger Weißmetalles: H. Gunzert (Stuttgart-N, Lindenstraße 39). — Hersteller des Deufa-Metalls: Dipl.-Ing. E. und H. Renfert (Essen-Ruhr, Huyssen-Allee 10). — Hersteller der Checo-Legierung Nr. 47: Chem. Fabrik E. Jühling & Co. (Coburg).

Lebenslauf

Am 12. Februar 1892 wurde ich evangelisch geboren und widmete mich nach Erlangung der Reife am Realgymnasium zu Meißen vom Sommersemester 1913 bis Wintersemester 1913/14 an der Universität Leipzig und Sommersemester 1914 an der Technischen Hochschule Dresden dem Studium der Chemie. Dieses wurde durch Teilnahme am Weltkrieg als Frontsoldat vom 2. August 1914 bis 1918 unterbrochen. Nach schwerer Kriegsverletzung widmete ich mich ab Sommersemester 1919 dem Studium der Naturwissenschaften als Vorbereitung für den höheren Schuldienst. Im Oktober 1919 bestand ich die Diplomingenieur - Vorprüfung für Chemie. Am 27. Januar 1921 promovierte ich an der Universität Erlangen zum Dr. phil. und im März 1921 bestand ich die Staatsprüfung für das höhere Lehramt in Naturwissenschaften und Geographie. 1924 wurde ich zum Studienrat ernannt. 1931 erfolgte, mit einem alten sächsischen Gesetz vom Jahre 1835 als „Sparmaßnahme" begründet, meine Außerdienststellung. Darauf widmete ich mich ab Sommersemester 1932 an der Universität Würzburg dem Studium der Zahnheilkunde und bestand dort die zahnärztliche Vorprüfung am 7. März 1933. Seit Sommersemester 1933 studierte ich an der Universität Rostock und bestand dort das zahnärztliche Staatsexamen am 18. Dezember 1934.

Dr. Beeg